Die Entwicklung der Nebennierenrinde beim Schwein

(Sus scrofa domestica)

(Beitrag zur Entwicklung der fetalen Innenzone der Nebennierenrinde beim Schwein)

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Harald Jost

Saarbrücken

1972

Aus dem Pathologischen Institut der Universität des Saarlandes
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Dhom)

Die Entwicklung der Nebennierenrinde beim Schwein

(Sus scrofa domestica)

(Beitrag zur Entwicklung der fetalen Innenzone der Nebennierenrinde beim Schwein)

INAUGURALDISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1972

vorgelegt von

Harald Jost
geb. am 28.2.1943 in Karlsruhe

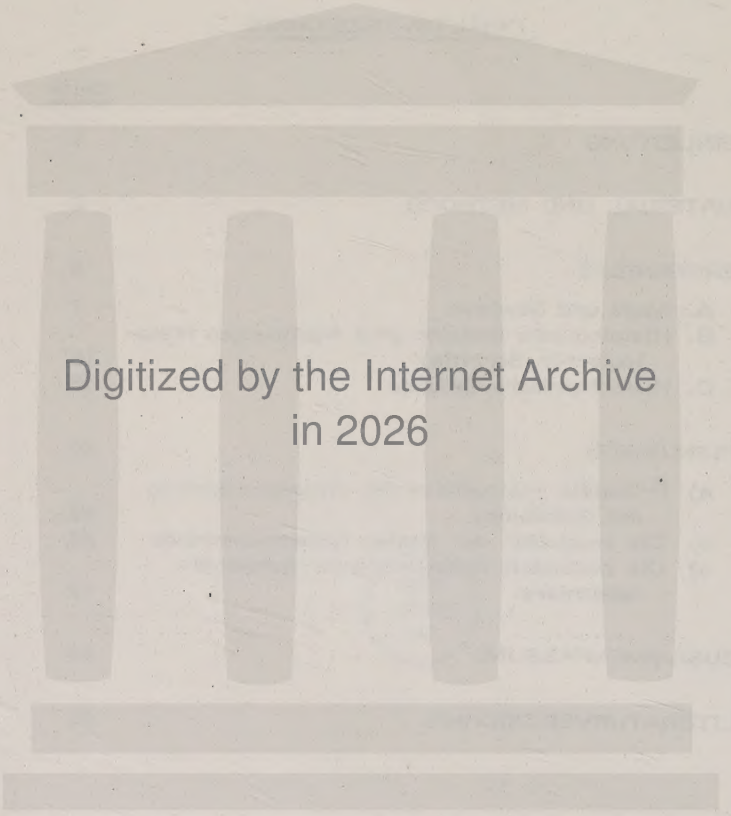
Dekan: Prof. Dr. med. H. Kulenkampff
Referent: Prof. Dr. med. H. Seeliger

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Die mündliche Prüfung
wurde am 15.11.1972 abgelegt.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	1
MATERIAL UND METHODE	2
ERGEBNISSE	5
A. Maße und Gewichte	7
B. Histologische Befunde (mit Abbildungen histologischer Schnitte)	15
C. Histochemische Befunde	39
DISKUSSION	42
a) Pränatale Histogenese der Nebennierenrinde des Schweines	42
b) Die Involution der fetalen Nebennierenrinde	46
c) Die postnatale Entwicklung der Schweinenebenniere	49
ZUSAMMENFASSUNG	54
LITERATURVERZEICHNIS	55



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542725_0042

EINLEITUNG

Die vorliegende Studie über die Nebennierenentwicklung des Schweines mit besonderem Schwerpunkt in der Perinatalzeit wurde angeregt durch Untersuchungen unseres Arbeitskreises (SEELIGER et al. 1970, SEELIGER 1971, OTT 1971), die fetale Nebennierenentwicklung experimentell zu beeinflussen. Ziel der Bemühungen ist die Erfassung der physiologischen Faktoren, die die menschliche Nebennierenentwicklung innerhalb der "Feto-plazentaren Einheit" (DICZFALUSY 1969) steuern. Da die menschliche Nebenniere in der Fetalzeit eine fetale Rinde (Innenzone) aufbaut, die nach der Geburt involviert und im Laufe der ersten Lebensjahre vollständig verschwindet (Einzelheiten siehe bei DHOM 1965), bot sich nach den Befunden von KATZNELSON (1966), der beim Schwein eine Innenzone beschrieb, die Möglichkeit, nach Analogien zur menschlichen Nebennierenrindenentwicklung zu fahnden.

Die Ausbildung einer fetalen Innenzone der Nebennierenrinde ist im Tierreich auch bei den Säugern nicht regelmäßig nachweisbar. Bekannt ist sie bisher außer beim Schwein beim Armadillo (MOSER et al. 1962), beim Pferd (NEHLS 1958), bei Rind, Hund und Katze (NICANCER 1952). Bei den Primaten wird regelmäßig eine fetale Innenzone aufgebaut.

MATERIAL UND METHODE

Die Schwangerschaft des Schweines (sus scrofa domestica) dauert 115 Tage. Zu sieben verschiedenen Zeitpunkten wurden Schweinenebennieren untersucht: 24 Tage vor dem zu erwartenden Geburtstermin, 1 Tag vor der Geburt, am Tag der Geburt, 1 Tag, 4 Tage, 8 Tage, 11 Tage und 7 Monate nach der Geburt.

Die Muttersäue der Feten und der Jungschweine wurden in einem landwirtschaftlichen Betrieb unter Stallbedingungen gehalten. Das Futter der Muttersäue bestand aus Kartoffeln und Trockenmagermilch. Dieser Ernährung wurde 4 Wochen vor dem zu erwartenden Geburtstermin ein Kraftfutter, bestehend aus Gerste, Haferschrot und Futterkalk (Mineralfutter), zugesetzt. Die Jungschweine ernährten sich bis 4 Wochen nach der Geburt ausschließlich von Muttermilch.

Die Feten wurden nach Schlachtung der Muttertiere entnommen. Die Tötung der Jungschweine erfolgte durch Genickschlag oder Elektroschock mit nachfolgendem Ausbluten. Die Nebennieren der 7 Monate alten Tiere wurden in einem Schlachthof entnommen [1]). Hierbei handelte es sich bei den

---

[1]) Herrn E. PALM, Tierarzt in Merzig/Saar, danke ich für seine freundliche Unterstützung.

männlichen Tieren durchweg um kastrierte Schweine.

Die Scheitelsteißlänge der Tiere wurde gemessen sowie das Körpergewicht und die Nebennierengewichte bestimmt. Die Nebennieren wurden in 10%igem Formalin oder nach BOUIN fixiert. Die histologischen Serienschnitte wurden Hämatoxylin-Eosin, van Gieson, Gomori, Fett und zum Teil Goldner gefärbt. In einzelnen Fällen wurden Semidünnschnitte (0,5 µ) nach Immersionsfixation mit Glutaraldehyd und Osmiumtetroxyd, Einbettung in Araldit und Färbung mit Methylenblau angefertigt.

An den frisch entnommenen unfixierten Nebennieren der Feten 24 Tage und 1 Tag vor der Geburt sowie der Jungschweine am Tag der Geburt, 4 Tage und 8 Tage nach der Geburt wurden folgende histochemische Untersuchungen durchgeführt:

a) Triphosphopyridinnucleotid (TPNH)

b) Diphosphopyridinnucleotid (DPNH)

c) Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase

d) Succinodehydrogenase

e) 3-β-ol-Dehydrogenase

Die Auswertung der histochemischen Untersuchungen erfolgte nach subjektiven Kriterien. Folgende Gradulerung wurde vorgenommen:

Ø keine Reaktion

(+) fraglich positive Reaktion

\+ schwach positive Reaktion

++ mittelstark positive Reaktion

+++ stark positive Reaktion

ERGEBNISSE

A) Maße und Gewichte

s. folgende Tabellen und Abbildungen

Abkürzungen

zu den Maß- und Gewichtstabellen

G	Geschlecht
Ge	Gehirn
He	Herz
Ho	Hoden
Hy	Hypophyse
K.Gew.	Körpergewicht
Le	Leber
Lu	Lungen
Mi	Milz
Ni	Nieren
NN	Nebenniere
Ov	Ovarien
Sch	Schilddrüse
SSL	Scheitelsteißlänge
Thy	Thymus

MASSE UND GEWICHTE BEI SCHWEINEFETEN 24 TAGE VOR DEM GEBURTSTERMIN

Nr.	G	K.Gew. (g)	SSL (cm)	NN(li) (mg)	NN(re) (mg)	Hy (mg)	Ho/Ov (mg)	Sch (mg)	Thy (g)	Ge (g)	He (g)	Le (g)	Mi (mg)	Ni (g)	Lu (g)
SII, 1	m	150	18			4	60	42	0,1	4,9	1,1	6,8	33,6	1,7	5,4
SII, 2	w	122,2	17			3	85	38	0,1	4,7	1,1	5,3	75	1,5	4,0
SII, 3	w	110,5	16,5			5	46	28	0,2	4,5	0,9	4,6	90,1	1,2	3,9
SII, 4	m	158,3	17,5	14,4	7,4	6	61	49	0,25	5,1	1,7	7,5	118,8	2,0	4,9
SII, 5	m	173,9	18	21,1	18,8	9	62	56	0,1	5,0	1,7	8,5	142	2,0	4,75
SII, 6	m	162,1	17,7	12,7	14,2	8	51	53	0,2	5,1	1,5	7,3	130,2	1,9	5,6
SII, 7	m	145,9	17,5	13,9	12,5	4	42	27	0,2	4,7	1,3	7,1	98	1,45	5,5
SII, 8	m	145,7	16,7	11,4	10	8	66	21	0,15	4,9	1,3	6,9	133,7	1,7	4,2
SII, 9	m	150,5	17,7	13,6	15,6	11	34	48	0,2	5,0	1,55	7,2	107,9	1,7	5,05

MASSE UND GEWICHTE BEI SCHWEINEFETEN 1 TAG VOR DEM GEBURTSTERMIN

Nr.	G	K.Gew. (g)	SSL (cm)	NN(li) (mg)	NN(re) (mg)	Hy (mg)	Ho/Ov (mg)	Sch (mg)	Thy (g)	Ge (g)	He (g)	Le (g)	Mi (g)	Ni (g)	Lu (g)
SVII$_1$	w	920	33			20	71,5	142,5	2,4	31,1	8,1	37,1		6,9	30,5
SVII$_2$	m	1270	34			23,9	633,9	296,4	4,8	30,6	11,2	48,7		8,8	28,0
SVII$_3$	w	1150	34,5	128	102,2	19,7	72,9	304,4	3,7	31,9	9,9	51,7	0,75	8,8	31,7
SVII$_4$	w	1260	33	105,7	106,9	22,3	73	216,9	3,2	36	10,3	50,9	1,5	9,3	40,5
SVII$_5$	w	1240	35	109,8	98,6	20,9	73,5	225,9	3,1	33,8	10,7	51,3	1,15	10,9	31,9
SVII$_6$	w	1110	34	88,6	94,8	21,9	97	188,5	4,3	30,0	10,6	39,5	1,1	9,5	31,4
SVII$_7$	w	1240	35,5	107,7	99,9	26,8	98,6	171,4	3,2	29,1	10,9	44,6	1,2	8,0	37,7
SVII$_8$	w	1280	33,5	114,4	108	22,5	86,9	281	4,3	31,4	10,4	51,5	1,2	9,9	38,5

MASSE UND GEWICHTE BEI SCHWEINEN AM TAG DER GEBURT

Nr.	G	K.Gew. (g)	SSL (cm)	NN(li) (mg)	NN(re) (mg)	Hy (mg)	Ho/Ov (mg)	Sch (mg)	Thy (g)	Ge (g)	He (g)	Le (g)	Mi (g)	Ni (g)	Lu (g)
$SI_{,1}$	w	1160	34,5	91	86	24	118	147		27,3	8,6	31,2	1,35	9,3	18,3
$SI_{,2}$	m	1155	34,5	74	73	18	400	104	1,3	28,8	8,7	32,1	1,3	7,55	18,9
$SI_{,3}$	m	1105		112	107	19	300	180	1,5	30,4	11,5	46,7	1,3	11,3	26,2
$SI_{,7}$	m	890	31	126	96	14	200	175	1,6	26,1	10,7	34,4	0,8	6,9	19,7
$SI_{,8}$	m	380	24,5	65	55	5	200	79	1,3	24,6	5,3	10,7	0,4	3	9,6

MASSE UND GEWICHTE BEI SCHWEINEN 1 TAG NACH DER GEBURT

$SI_{,4}$	m	1230	34	132	110	22	450	181	2,4	32,5	9,1	32	1,6	11,1	23
$SI_{,5}$	m	1295	35	135	206	35	350	236	2,4	29,7	10,7	35,1	1,6	11,9	24,1
$SI_{,6}$	w	1370	35	148	160	20	82	164	3,5	26,9	11,4	35,8	1,15	8,2	23,2

MASSE UND GEWICHTE BEI SCHWEINEN 4 TAGE NACH DER GEBURT

Nr.	G	K.Gew. (g)	SSL (cm)	NN(li) (mg)	NN(re) (mg)	Hy (mg)	Ho/Ov (mg)	Sch (mg)	Thy (g)	Ge (g)	He (g)	Le (g)	Mi (mg)	Ni (g)	Lu (g)
$SI_{,9}$	w	1710	37	112	109	23	95	226	10,2	30,8	14,6	60	2,3	10,9	24,9
$SI_{,10}$	m	1400	35	126	162	19	500	152	3,5	31,7	12,8	44,1	2,2	7,6	22,2
$SI_{,11}$	w	1330	37	142	138	26	62	148	3,4	32,3	10,1	31,9	1,7	12	20,4
$SI_{,12}$	m	1830	39	143	150	29	1300	235	3,1	33	13,9	55,5	3	15,8	29,2

MASSE UND GEWICHTE BEIM SCHWEIN 8 TAGE NACH DER GEBURT

$SI_{,13}$	m	2240	41	232	239	39	1500	475	4,3	31,9	18,3	64,8	4	18,4	36,9

MASSE UND GEWICHTE BEI SCHWEINEN 11 TAGE NACH DER GEBURT

$SI_{,14}$	w	3090	45	214	251	34	107	371	9,2	34,9	23,6	94,6	7,7	22,8	60
$SI_{,15}$	w	1880	38	128	130	22	61	274	2,9	36,5	14,3	60,7	2,7	13,6	35
$SI_{,16}$	w	1870	38	164	156	29	50	290	3,3	36,3	13,3	55,6	3,1	13,4	43,2
$SI_{,17}$	w	960	31	99	71	17	55	44	0,4	31,6	7,5	22,9	1,4	6,2	14,3

MASSE UND GEWICHTE BEI 7 MONATE ALTEN SCHWEINEN

Nr.	G	K.Gew. (kg)	NN (li) (g)	NN (re) (g)
S_1	w	107,5	2,5	2,3
S_2	m	118,8	3,2	3,2
S_3	m	100	2,1	2,1
S_4	w	117,5	2,5	1,6
S_5	m	117,5	2,5	2,2
S_6	w	86,3	2,3	1,8
S_7	w	47,5	2,4	2,0
S_8	m	80	2,0	2,2
S_9	w	87,5	2,0	3,1

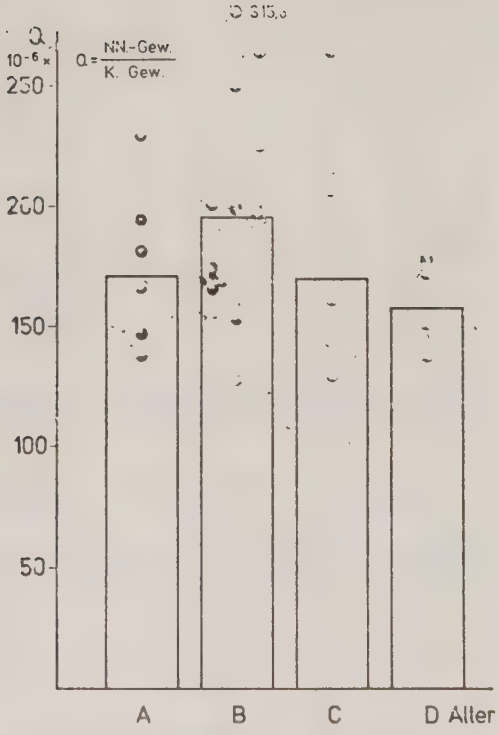


Abb.1.1: Quotient = $\frac{\text{Nebennierengewicht (mg)}}{\text{Körpergewicht (mg)}}$

in Beziehung zum Lebensalter

A: 24 Tage vor dem Geburtstermin
B: 1 Tag vor dem Geburtstermin, Tag der Geburt und 1 Tag nach der Geburt
C: 4 Tage nach der Geburt
D: 11 Tage nach der Geburt

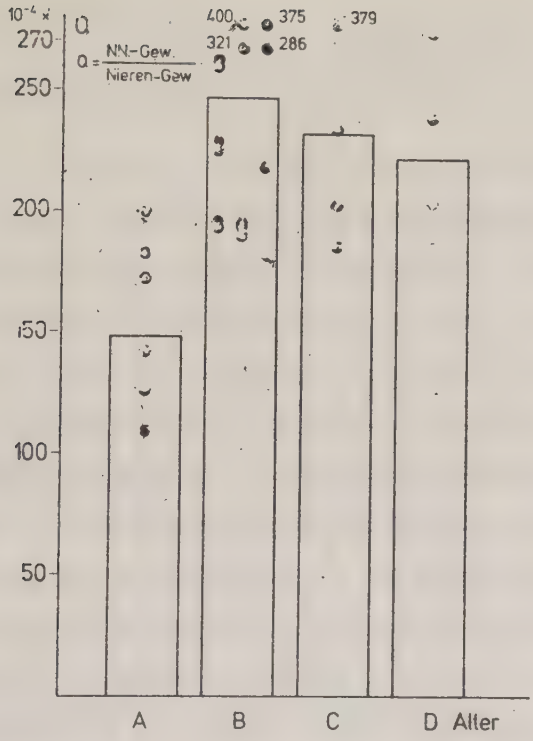


Abb.12: Quotient = $\frac{\text{Nebennierengewicht (mg)}}{\text{Nierengewicht (mg)}}$

in Beziehung zum Lebensalter

A: 24 Tage vor dem Geburtstermin
B: 1 Tag vor dem Geburtstermin, Tag der Geburt und 1 Tag nach der Geburt
C: 4 Tage nach der Geburt
D: 11 Tage nach der Geburt

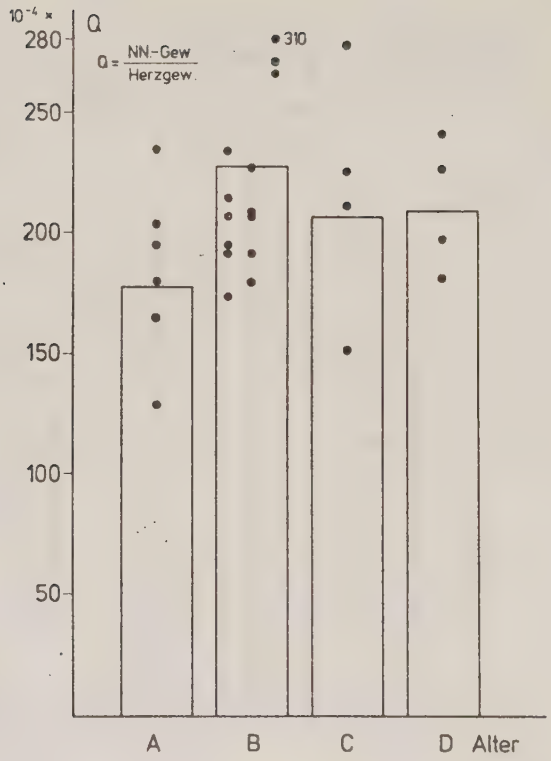


Abb.1.3: Quotient = $\frac{\text{Nebennierengewicht (mg)}}{\text{Herzgewicht (mg)}}$

in Beziehung zum Lebensalter

A: 24 Tage vor dem Geburtstermin
B: 1 Tag vor dem Geburtstermin, Tag der Geburt und 1 Tag nach der Geburt
C: 4 Tage nach der Geburt
D: 11 Tage nach der Geburt

B) Histologische Befunde

24 Tage vor dem Geburtstermin (s. Abb. 1-4)

Die Nebenniere zeigt an der Oberfläche eine aus wenigen Zell-Lagen bestehende feinfaserige Kapsel. Die spindeligen Kerne der Bindegewebszellen sind parallel zur Oberfläche angeordnet. Eine scharfe Abgrenzung von Mark und Rinde liegt noch nicht vor. Man erkennt in unregelmäßigen kleinen und größeren Ballen angeordnete Zellelemente, die dem späteren Mark zugehören. Diese durchsetzen das gesamte Organ, finden sich aber bereits überwiegend in den intermediären und inneren Abschnitten. Die Rinde wird durch diese Markballen unregelmäßig durchbrochen. Wir unterscheiden im folgenden zwischen definitiver äußerer Rinde (= spätere Zona glomerulosa und fasciculata) und einer inneren Zone (mit sog. Innenzonenzellen).

Eine kontinuierliche, relativ kleinzellige Schicht der äußeren Rinde findet sich subkapsulär. Diese aus etwa 4-8 Zell-Lagen bestehende Schicht zeigt ein schwach basophiles Cytoplasma. Die Kerne sind klein, rund und chromatindicht. Angrenzend an diese Zellschicht mit unscharfem Übergang finden sich Zellelemente, die durch zunehmend zum Zentrum des Organs hin größeren, tief eosinroten Cytoplasmaleib auffallen. Sie gehören zur späteren Fasci-

cuiata. In der Mitte des Organs finden sich in schmalen Straßen angeordnete, besonders große Zellen, stärker acidophil angefärbt als in den äußeren Abschnitten (s. Abb. 1-4). Diese Zellen bezeichnen wir als Innenzonenzellen. Die Kerne sind etwas größer, rund und chromatindicht. Zum Teil sind die Kerne exzentrisch in der Zelle angeordnet. Diese cytoplasmareichen Zellen durchsetzen die intermediären und zentralen Abschnitte des Organs in schmalen Straßen und Zügen und ordnen sich in einer mehrreihigen Lage um die Zentralvene. Lipoide sind in diesen Rindenabschnitten nicht nachweisbar. In den Semidünnschnitten, die mit Methylenblau angefärbt wurden, erkennt man in den zu der Rinde gehörigen Zellelementen keine Vakuolen im Cytoplasma. Es heben sich sowohl in den HE-Präparaten und vereinzelt auch in den mit Methylenblau angefärbten Präparaten einzelne Zellelemente ab, die ein etwas dichteres dunkles Cytoplasma aufweisen.

Die in Ballen angeordneten Markzellen zeigen ein schmales, optisch leeres Cytoplasma. Die Zellgrenzen treten deutlich hervor. Die Kerne sind klein, rund, chromatindicht.

In den äußeren Rindenbezirken liegen die relativ kleinen Zellen wenig geordnet. Man erkennt jedoch in einzelnen Abschnitten eine angedeutete knotige Anordnung. Von einer eigentlichen Glomerulosa kann man

in diesem Stadium noch nicht sprechen. Im Cytoplasma dieser Zellgruppe lassen sich in den Semidünnschnitten keine Vakuolen nachweisen.

Bei der Silberimprägnation erkennt man ein feinmaschiges Gitterfasernetz in den inneren Rindenanteilen, wobei die einzelnen Zellelemente von einem Faserwerk umsponnen werden, während in Kapselnähe mehrere Zellen durch Gitterfasern zu einem Zellkomplex zusammengefaßt werden. Eine radiäre Anordnung der inneren Rindenzellen zur Oberfläche bzw. zum Zentrum des Organs hin kann noch nicht nachgewiesen werden. In den schmalen, zum Zentrum des Organs hin führenden Rindenarealen findet sich ein zum Teil dichtmaschiger Faserfilz. Dagegen sind innerhalb der Markballen nur ganz vereinzelt Gitterfasern nachweisbar.

1 Tag vor dem Geburtstermin (s. Abb. 5-9)

Die Organgröße hat erheblich zugenommen. Man erkennt an der Oberfläche wiederum eine aus mehreren Lagen bestehende bindegewebige Kapsel. Im Innern des Organs ist jetzt eine scharfe Trennung von Mark und Rinde erkennbar (s. Abb. 5 und 6). Das Mark liegt um die Zentralvene angeordnet. Zum Teil sind noch deutlich Markballen abgrenzbar. Zwischen den Markzellen kommen, besonders in der Umgebung der Zentralvene, große Zellelemente (Innenzonen-

zellen) vor, die zum Teil einzeln, zum Teil in kleinen Verbänden liegen (s. Abb. 7-9). Diese Zellen weisen reichlich Cytoplasma auf, lassen deutliche Vakuolen des Cytoplasmas erkennen. Die Kerne zeigen lockere Chromatinstrukturen und einen deutlich hervortretenden Nucleus. Vereinzelt sind schmale Zellstränge zu erkennen, die zu den äußeren Rindenabschnitten Verbindung haben. Die äußere Rinde selbst hat sich mächtig entfaltet und besteht aus 2 Zellschichten: einer subkapsulären, relativ kleinzelligen (spätere Glomerulosa) und einer großzelligen Schicht, der späteren Fasciculata. Die äußeren Rindenabschnitte bestehen nur aus wenigen Zell-Lagen. Hier erkennt man an einzelnen Stellen deutlich einen "glomerulosaähnlichen" Aufbau mit wirbelartiger, zum Teil knotiger Anordnung der Zellelemente. Die inneren definitiven Rindenabschnitte weisen bereits eine deutliche radiäre Ordnung auf, die jedoch nicht an allen Stellen gleichmäßig nachweisbar ist. Hier erkennt man bereits Fasciculatasäulen (s. Abb. 5), die von einem von den zentralen Abschnitten zu der Kapsel hin orientierten radiären Gitterfasergerüst gebildet werden, wobei in der Peripherie kleine Zellgruppen umsponnen werden. Die Fasciculatazellen weisen den gleichen Aufbau auf wie die beschriebenen Rindenzellelemente, die verstreut im Mark und um die Zentralvene vorkommen. In den Semidünnschnitten erkennt man im Bereich dieser Fasciculatazellen eine deutliche feine Vakuoli-

sation des Cytoplasmas, die in den Glomerulosazellen nicht nachgewiesen werden kann. Die Fettfärbung ist jedoch negativ. In allen Abschnitten der Rinde sind Mitosen nachweisbar. Das Mark besteht aus gleichförmigen Zellelementen, die zum Teil eine schwache Basophilie des Cytoplasmas aufweisen. Von den Kapselabschnitten her lassen sich vielfach breite Markstraßen bis zum Zentrum des Organs hin nachweisen. Kleine Markzellgruppen werden von einem Gitterfasernetz umsponnen. Von der Kapsel ausgehend wachsen schmale kollagene Bindegewebssepten bis ins Mark vor. Während im Mark und in der äußeren Rindenzone, analog zur Gitterfaserstruktur, mehrere Zellen durch kollagenes Bindegewebe zusammengefaßt werden, ist die innere Rindenzone frei von kollagenen Fasern.

Tag der Geburt und 1. Tag nach der Geburt (s. Abb. 10 und 11)

Im wesentlichen sind an diesen beiden Tagen keine Abweichungen von dem Befund am Tage vor der Geburt zu erheben. Mark und Rinde sind scharf gegeneinander abgesetzt. Innerhalb des Markes kommen noch immer vereinzelt schmale cytoplasmareiche Zellkomplexe der Innenzone vor (s. Abb. 11). Die äußere Rinde ist unterteilt in eine zellreiche, schmale äußere Schicht, die der Glomerulosa entspricht, und eine breite, innere, der Fasciculata entsprechende Zone. Mitosen sind in allen äußeren Rindenabschnitten reich-

lich nachweisbar. In den Fasciculatazellen kann feintropfiges Lipoid nachgewiesen werden. Die in kleinen, gleichförmigen Ballen angeordneten Markzellen entsprechen in ihrem Aussehen den Befunden am Tage vor der Geburt. Auch jetzt sind noch breite Markstraßen von der Kapsel zu den inneren Abschnitten des Organs nachweisbar.

4 Tage nach der Geburt

Mark und Rinde sind deutlich gegeneinander abgegrenzt. Die breite Rinde unterteilt sich in Glomerulosa und Fasciculata. Eigentliche "Glomerulosa"-Strukturen sind dabei nur relativ selten zu beobachten. Am deutlichsten kommen sie noch im Faserbild zum Ausdruck. Die Fasciculata ist in hohen Säulen angeordnet. Von der Fasciculata aus durchsetzen an mehreren Stellen immer noch Rindenelemente die Markballen und reichen bis zur Zentralvene. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen diesen Rindenzellen und den äußeren Fasciculatazellen ist nicht zu beobachten. Die Fasciculatazellen sind vereinzelt mit feintropfigem Lipoid beladen. Der Befund der Markzellen entspricht dem am Tage der Geburt. Dabei fällt eine etwas wechselnde Basophilie des Cytoplasmas zwischen den einzelnen Zellelementen auf.

11 Tage nach der Geburt (s. Abb. 13)

Es besteht eine scharfe Begrenzung zwischen Mark und Rinde. Innerhalb des Marks kommen kaum noch Rindenzellen vor. Die Rinde zeigt jetzt eine deutliche Aufgliederung in Glomerulosa und Fasciculata. Mitosen werden in allen Höhen der Rinde beobachtet. Das Mark besteht aus 2 verschiedenen Zelltypen. Diese unterscheiden sich durch ihre Basophilie des Cytoplasmas. Die intensiv basophilen Zellelemente liegen meist in den äußeren Abschnitten des Marks und durchziehen das Markgewebe in schmalen Strängen. Dagegen zeigen die übrigen Markzellen ein schwächer basophiles, zum Teil auch leicht eosinophiles Cytoplasma. Ganz vereinzelt finden sich noch dünne, bis zur Kapsel ziehende Markstraßen. Die Rinde ist lipoidfrei. Der kollagene Faseranteil hat in Form von Bindegewebssepten, die von der Kapsel in die äußere Rindenschicht einwachsen, zugenommen.

7 Monate alte Tiere (s. Abb. 14 und 15)

Die gegenüber der Perinatalzeit stark vergrößerten Organe zeigen eine mächtig entwickelte, scharf gegen das Mark abgesetzte Rinde. Die Oberfläche ist glatt, zeigt nur hier und da eine angedeutete Felderung. Die Kapsel ist von unterschiedlicher Breite, meist kräftig entwickelt. Sie ist kernarm. Glomerulosa und Fasciculata sind jetzt scharf gegen-

einander abgrenzbar. Die Glomerulosa besteht aus kleinen Zellnestern und Verbänden, die durch Gitterfasern und kollagene Fasern abgegrenzt werden. Das Cytoplasma ist schwach basophil, zum Teil optisch leer. Die Fasciculata besteht in den äußeren zwei Dritteln aus großen, gut entfalteten Zellelementen, die zum Teil ein schwach eosinrotes, zum Teil auch angedeutet basophiles und in anderen Abschnitten tief eosinrotes Cytoplasma zeigen. Im Bereich des inneren Drittels der Fasciculata werden die Zellen kleiner, weisen weniger Cytoplasma auf, das meist intensiv eosinrot gefärbt ist. Die Kerne sind klein und dunkel. Allgemein ordnen sich die Zellen mit ihrem größten Durchmesser tangential zur Organoberfläche an. Die kräftige netzförmige Gefäßentwicklung in diesem inneren Abschnitt und die gut ausgebildete Gitterfaser- und kollagene Bindegewebsstruktur zeigen die Ausbildung einer echten Zona reticularis. Hier und da verlieren sich im angrenzenden Mark einzelne kleine Rindenkomplexe. Das Mark zeigt jetzt deutlich zwei Zelltypen, die sich durch ihre Basophilie des Cytoplasmas unterscheiden. Meist in den äußeren Abschnitten gelegen finden sich Zellelemente mit tief basophilem Cytoplasma. In den übrigen Arealen kommen Zellen vor, die ein nur schwach basophiles, zum Teil auch optisch leeres Cytoplasma erkennen lassen.

Lipoide sind in der Rinde nicht nachweisbar. Das Gitterfasernetz entspricht im Bereich der Glomerulosa den etwas unterschiedlich großen, zum Teil schmalen, zum Teil plumperen Zellarcalen, die von Gitterfasern umsponnen werden. In der Fasciculata finden sich radiär angeordnete Faserzüge. In den inneren Abschnitten der Rinde ist der Faserfilz dicht um die sehr kleinen Zellelemente entwickelt. Die Markballen sind von feinen und gröberen Gitterfasern umsponnen. Die kollagenen Bindegewebssepten in den äußeren Rinde sind zu dicken Trabekeln geworden.

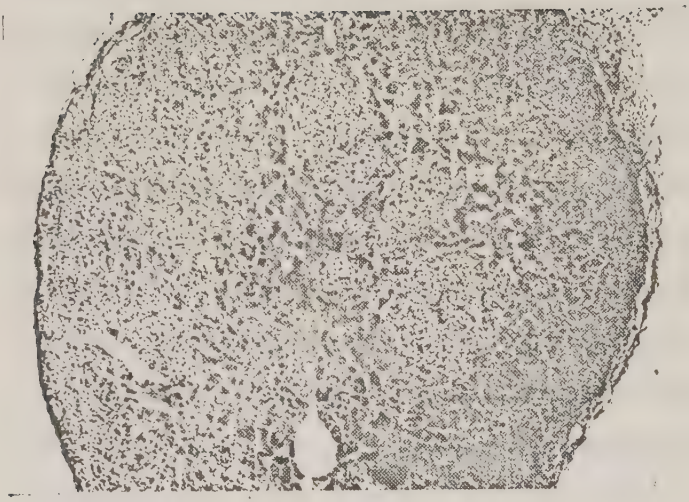


Abb. 1: Nebenniere eines Schweinefeten (SII_5)
24 Tage vor dem errechneten Geburtstermin.

Außen: Relativ kleinzellige, wenig geordnete Rinde
Innen: Großzellige, strahlige fetale Innenzonenkomplexe zwischen knotigen Markballen.

Vergrößerung: ca. 100fach. Färbung: HE

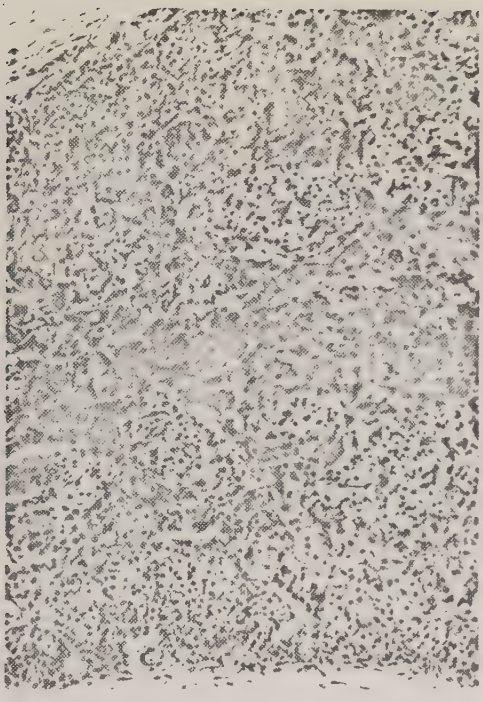


Abb. 2: Nebenniere eines Schweinefeten (SII_4)
24 Tage vor dem errechneten Geburtstermin.

Zentrale Lage der großzelligen Innenzone.
Oben und unten äußere Rinde. Zwischen Außen- und Innenzone einzelne Markkomplexe.

Vergrößerung: ca. 205fach. Färbung: HE

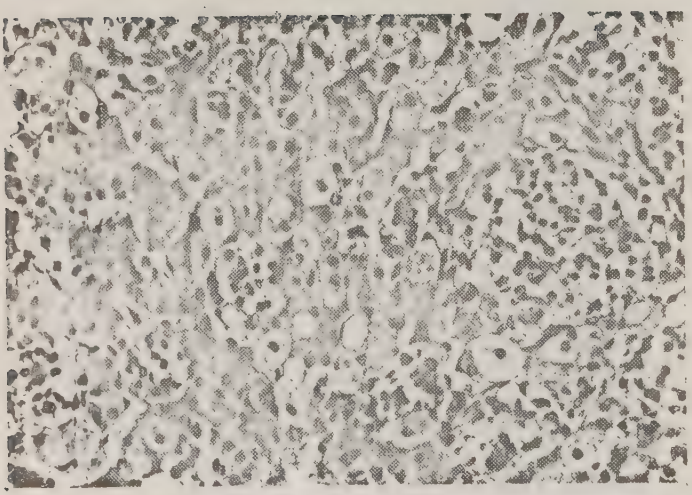


Abb. 3: Nebenniere eines Schweinefeten (SII_4)
24 Tage vor dem errechneten Geburtstermin.

Links: Cytoplasmareiche, große Zellen der fetalen Innenzone.

Rechts: Markzellkomplexe

Vergrößerung: ca. 400fach. Färbung: HE

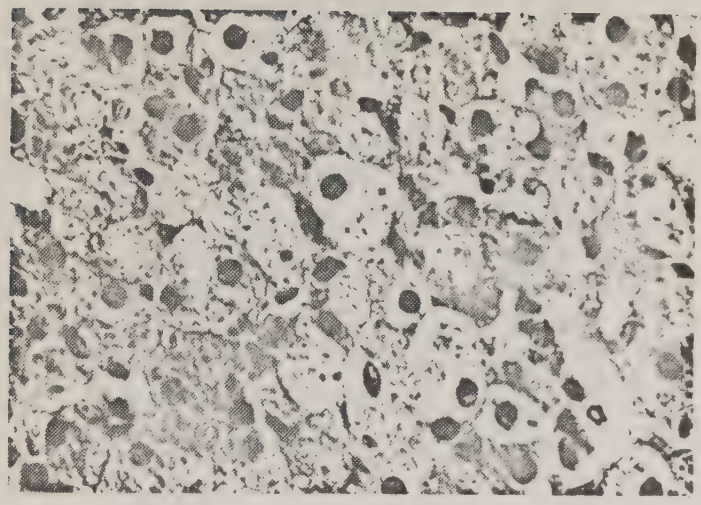


Abb. 4: Ausschnitt aus Abb. 1.
Zellen der fetalen Innenzone der Nebennierenrinde des Schweines.
Vergrößerung: ca. 820fach, Färbung: HE

Abb. 5: Nebenniere eines Schweinefeten ($SVII_8$)
1 Tag vor dem errechneten Geburtstermin.
Geordnete äußere Rinde im Silberpräparat.
Oben: Unter der Kapsel Strukturen einer "Zona arcuata". Fasciculata-Säulen.
Unten: Mark.

Vergrößerung: ca. 160fach. Färbung: Gomori

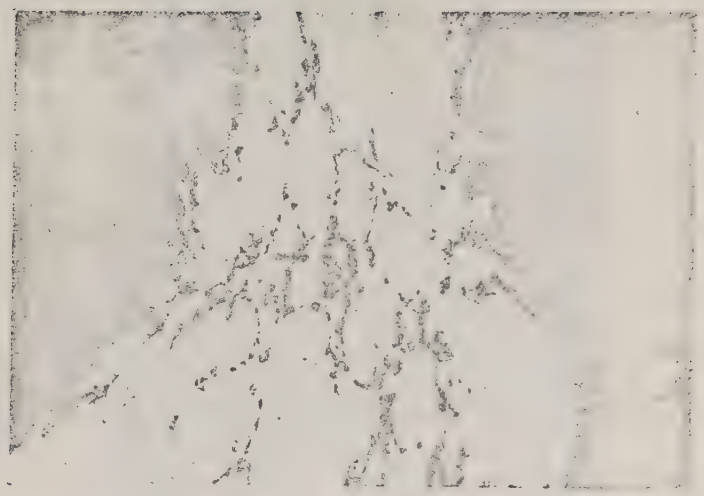


Abb. 6: 3-β-ol-Dehydrogenase-Nachweis in einer fetalen Schweinenebenniere ($SVII_2$)
1 Tag vor dem errechneten Geburtstermin.
Außen schwarz: Äußere Rinde
Zwischen den hellen (negativen) Markbezirken schmale Straßen der Innenzonenzellen.

Vergrößerung: ca. 65fach.
Histochemischer Nachweis: 3-β-ol-Dehydrogenase

Abb. 7: Fetale Nebenniere des Schweines (SVII-V)
1 Tag vor dem errechneten Geburtstermin.

Oben: Fasciculata

Unten: Kleiner Innenzonenkomplex um eine Vene; in der Umgebung Markzellen

Vergrößerung: 160fach. Färbung: Goldner

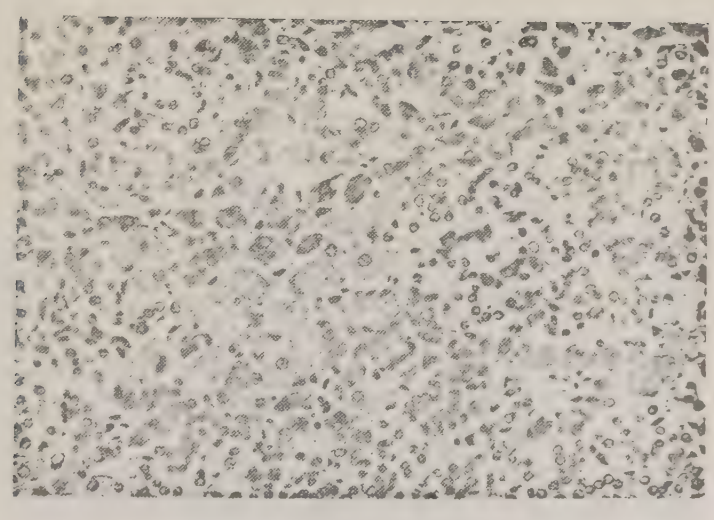


Abb. 8: Innenzonenzellen einer fetalen Schweinenebenniere ($SVII_3$)
1 Tag vor dem errechneten Geburtstermin.

Vergrößerung: 325fach. Färbung: HE

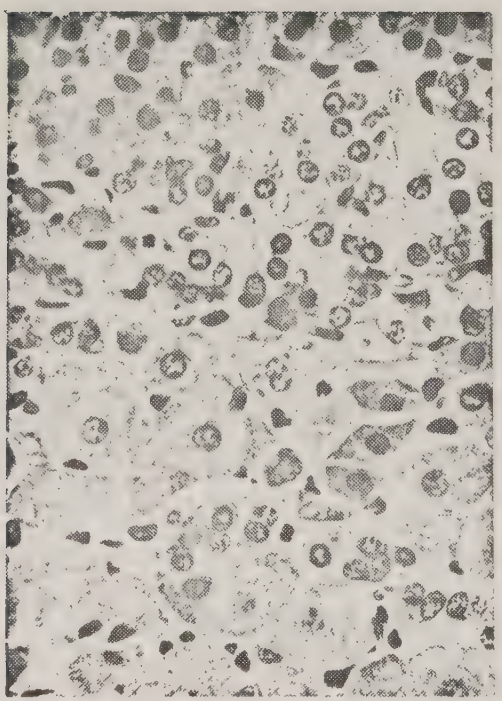


Abb. 9: Nebenniere des Schweinefeten wie Abb. 8

Oben: Fasciculata-Zellen

Mitte: Markzellen

Unten: Innenzonenzellen mit großem,schaumigem Cytoplasma

Vergrößerung: 820fach. Färbung: Goldner

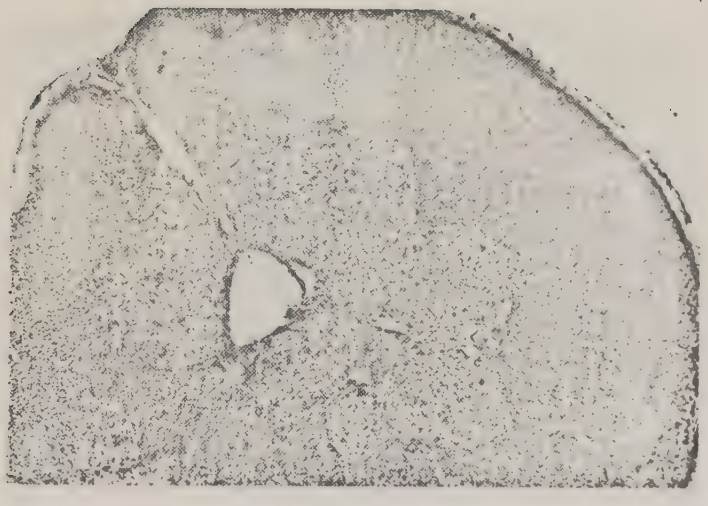


Abb. 10: Schweinenebenniere am Tag der Geburt (SI_2)

Mark und Rinde weitgehend gegeneinander abgegrenzt

Vergrößerung: 80fach. Färbung: HE

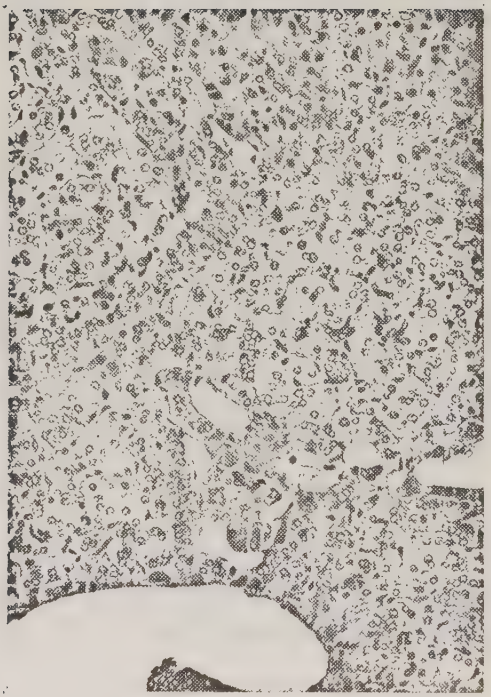


Abb. 11: Schweinenebenniere am Tag der Geburt (SI_3)

Oben: Grenze der Fasciculata zum Mark

Unten: Zentralvene. In deren Nachbarschaft einzelne restliche Innenzonenzellen

Vergrößerung: 260fach. Färbung: HE

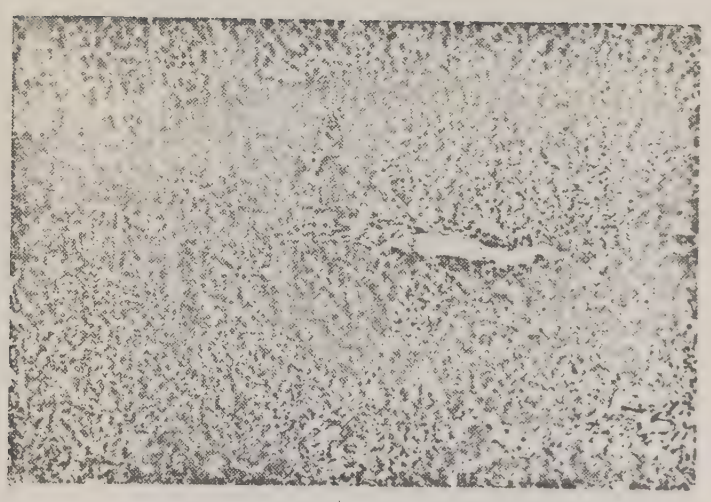


Abb. 12: Schweinenebenniere 8. Lebenstag (SI_{13})

Oben: Grenze Rinde zum Mark.

Deutlicher Unterschied zwischen hellen und dunklen Markzellen. Keine Innenzonenzellen.

Vergrößerung: 160fach. Färbung: HE

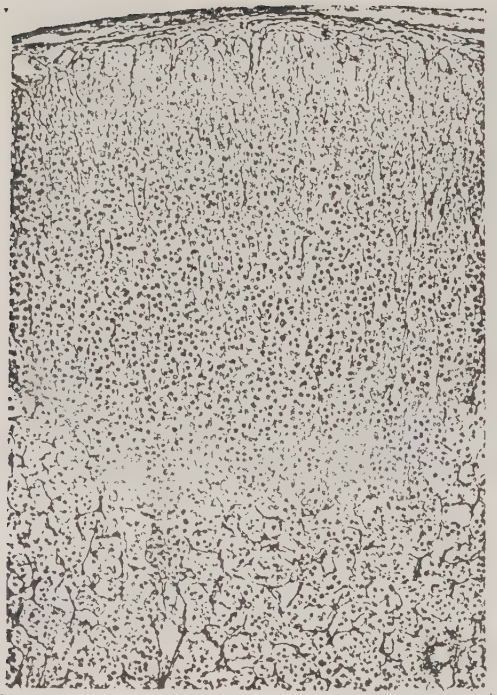


Abb. 13: Schweinenebenniere am 8. Lebenstag (SI_{17})

Ausgebildete Glomerulosa. Lange Fasciculata-Säulen, keine Reticularis!

Vergrößerung: 160fach. Färbung: Gomori

Abb. 14: Nebenniere des 7 Monate alten Schweines (S_3)

Von oben nach unten: Fasciculata, Reticularis, Mark.

Vergrößerung: 130fach. Färbung: Gomori

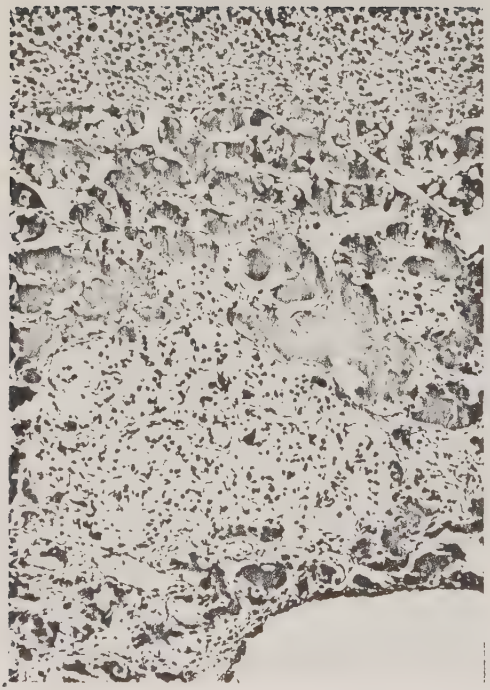


Abb. 15: Helle und dunkle Markzellen eines 7 Monate alten Schweines (S_7)

Unten rechts: Zentralvene

Oben: Reticularis

Vergrößerung: 160fach. Färbung: HE

C) Histochemische Befunde

Zeichenerklärung der histochemischen Befunde (s. auch Material und Methode)

Ø	Keine Reaktion
(+)	fraglich positive Reaktion
+	schwach positive Reaktion
++	mittelstark positive Reaktion
+++	stark positive Reaktion

HISTOCHEMISCHE BEFUNDE

Schweinefetus 24 Tage vor der Geburt (SII_3)

	Innenzone	Außenzone	Mark
TPNH	+++	+	(+)
DPNH	++	(+)	(+)
Gl.-6-Ph.	+	Ø	Ø
Succ. Dehyd.	++	Ø	Ø
3-β-ol	++	(+)	Ø
Fett	Ø	Ø	Ø

Schweinefetus 1 Tag vor der Geburt ($SVII_1$)

	Innenzonen-zellen	Glomeru-losa	Fasciculata	Mark
TPNH	+++	+++	++	Ø
DPNH	(+)	+++	+++	Ø
Gl.-6-Ph.	(+)	+	++	Ø
Succ. Dehyd.	+++	+	+	Ø
3-β- ol	+++	++	++	Ø
Fett	Ø	+	+	Ø

HISTOCHEMISCHE BEFUNDE

Schwein am Tag der Geburt (SI_1)

	Innen-zonen-zellen	Glomerulosa	Fasciculata	Mark
3-β-ol	Ø	+	+	Ø
Fett	Ø	+	+	Ø

Schwein 4 Tage nach der Geburt (SI_{10})

	Glomerulosa	Fasciculata	Mark
TPNH	++++	++	Ø
DPNH	+++	++	Ø
3-β-ol	++	++	Ø
Fett	+ - ++	+ - ++	Ø

Schwein 8 Tage nach der Geburt (SI_{13})

	Glomerulosa	Fasciculata	Mark
TPNH	++++	++	Ø
DPNH	+++	+++	Ø
Gl.-6-Ph	++	+	Ø
Succ. Dehyd.	+	++	Ø
3-β-ol	++	++	Ø

DISKUSSION

a) Pränatale Histogenese der Nebennierenrinde des Schweines

Ziel der Untersuchung war die Prüfung der Frage, ob beim Hausschwein eine dem Menschen vergleichbare Involution der fetalen Innenzone stattfindet. Es konnte histologisch bereits von KATZNELSON (1965, 1966) nachgewiesen werden, daß das Schwein in der Fetalzeit eine sogenannte Innenzone aufbaut. Unsere Untersuchungen der späten Fetalzeit bestätigen die Befunde von KATZNELSON (1966), nach denen diese Innenzone involviert. Im Unterschied zum Menschen geht dieser Untergang der Innenzone beim Schwein bereits vor der Geburt vor sich, während sie beim Menschen erst in der Regel nach der Geburt einsetzt.

Im einzelnen ergaben die histologischen Untersuchungen der Nebennierenentwicklung des Schweines in der späten Fetalzeit zusammengefaßt folgende Ergebnisse:

In der Nebenniere des Schweinefeten von durchschnittlich 17,5 cm Scheitelsteißlänge (91. Schwangerschaftstag) sind Mark und Rinde abgrenzbar. Das Mark ist arm, die Rinde reich an Gitterfasern. Die Rindenzellen sind differenziert in äußere und innere Rindenzellen. Die äußere Rindenschicht gleicht in Aufbau und Gitterfaserstruktur der als Zona glomerulosa von WIESEL (1901) benannten späteren äußeren

Rindenschicht beim erwachsenen Schwein. Die inneren Rindenzellen des Schweinefeten bestehen, wie schon NICANDER (1952) beobachtete, aus "großen, stark eosinophilen Zellen mit großen blassen Kernen". Bei KATZNELSON (1966) werden die Kerne als relativ klein bezeichnet. Aufgrund unserer Beobachtung stimmen wir den Ausführungen NICANDER's zu und vermuten nach den Abbildungen KATZNELSON's (1966), daß in seinen Präparaten Schrumpfungsartefakte vorliegen. Somit zeigen die inneren Rindenzellen des Schweinefeten eine gewisse Ähnlichkeit mit den Zellen der späteren Zona fasciculata. Sie sind jedoch weniger regelmäßig angeordnet, stärker eosinophil und oft größer als die der Zona fasciculata (NICANDER 1952).

Die inneren Rindenzellen nehmen beim Schweinefeten von 17,5 cm Scheitelsteißlänge den gesamten zentralen Raum der Nebenniere ein. Die Markzellanhäufungen liegen auf halbem Wege von Organmitte zu Organperipherie zwischen den äußeren und inneren Rindenzellen. KATZNELSON (1966) und NICANDER (1952) bezeichnen die Gesamtheit der inneren Rindenzellen als "fetale Rinde" und die äußeren Rindenzellen als "definitive" bzw. als "bleibende" Rinde. Nach KATZNELSON (1966) degeneriert die fetale Rinde vom 20 bis 21 cm-Stadium an bis zur Geburt völlig, während aus der definitiven Rinde sich die Zonen der reifen Nebennierenrinde ent-

wickeln.

Die embryonale Entwicklung der Schweinenebenniere stellt sich aufgrund der Angaben in der Literatur folgendermaßen dar:

Die Rindenanlage der Schweinenebenniere ist nach WHITEHEAD (1903) im 8 mm-Stadium erstmals vorhanden. KATZNELSON (1965) bestätigt die Rindenanlage im 1 cm-Stadium. Erstmals kann man Außen- und Innenzonenelemente der fetalen Rinde im 6 cm-Stadium abgrenzen (KATZNELSON 1966). Das Eindringen von Markelementen in die Rinde wird von KATZNELSON (1965) im 2 cm-Stadium beschrieben. WHITEHEAD (1903) sah die Markanlage erstmals beim Embryo von 3 - 3,5 cm als Hülle entlang der Rindenperipherie liegend. Wir beobachteten, daß auch im 17,5 cm-Stadium die Markzellen noch nicht ihren endgültigen Standort erreicht haben. Sie verlaufen als Markstraße von der Nebennierenkapsel durch die definitive Rinde und schieben sich als Zellhaufen zwischen die fetale Rinde, die dadurch wie aufgesplittert erscheint. Mit der Verlagerung der Markelemente in das Zentrum des Organs erfolgt eine Umschichtung, die sich den postnatalen Markrindenverhältnissen anpaßt. Die von der Organperipherie zum Zentrum einstrahlenden Markstraßen bewirken keine sichtbaren Verdrängungserscheinungen (Atrophie) oder Destruktion des umgebenden

Rindengewebes. Der Untergang der fetalen Innenzone muß demnach andere Ursachen haben (s. u.).

Beim 34 cm großen Schweinefeten (1 Tag vor dem zu erwartenden Geburtstermin) fanden wir noch Reste der fetalen Rinde innerhalb des jetzt zentral gelegenen Marks. Die Markentwicklung ist jedoch in der Perinatalzeit noch nicht ganz abgeschlossen, denn es finden sich noch breite, von der Organperipherie ins Zentrum ziehende Markstraßen. Die Differenzierung in dunkle und helle Markzellen hat schon begonnen. Nach BÄNDER (1954) sollen die hellen Zellen Adrenalin und die dunklen Zellen Noradrenalin bilden.

Die Differenzierung der äußeren definitiven Rinde beobachtete KATZNELSON (1966) bereits bei Feten mit einer Scheitelsteißlänge von 15,5 cm. Wir sahen beim 17,5 cm langen Feten noch keine derartige Differenzierung. Nach HILL (1930) und KLEBER (1954) besteht jedoch noch nicht einmal zum Zeitpunkt der Geburt eine eigentliche Glomerulosa, sondern nur eine schmale Zellschicht unter der Kapsel, die sich von der übrigen Rinde unterscheidet, aber ohne glomeruläre Anordnung ist. Unsere Gitterfaserpräparate (Gomori) zeigen bereits im 34 cm-Stadium eine deutliche Zusammenfassung von Zellballen (s. Abb. 5), die wir in Analogie zu den Verhältnissen der menschlichen fetalen Rinde als Zona arcuata (ROTTER 1949) bezeichnen möchten.

Als Zeichen einer kräftigen Proliferation beobachteten wir im 34 cm-Stadium zahlreiche Mitosen in dem äußeren an die Zona glomerulosa grenzenden Fasciculataanteil.

Zum Zeitpunkt der Geburt und kurz danach hat sich die Nebennierenstruktur beim Schwein nicht wesentlich verändert. Es läßt sich also aus dem histologischen Bild nichts über den genaueren Zeitpunkt der Geburt aussagen.

b) Die "Involution" der fetalen Nebennierenrinde

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß in der Fetalzeit des Schweines eine innere, fetale Rinde der Nebenniere aufgebaut wird, die im letzten Schwangerschaftsviertel wieder involviert. Wann die fetale Rinde ihre größte Ausdehnung erreicht, ließ sich mit unserem Untersuchungsmaterial nicht erfassen. Auch aus den Untersuchungen von KATZNELSON (1966) geht nicht hervor, zu welchem Zeitpunkt die fetale Rinde voll ausgebildet ist. Er gibt jedoch an, daß die "aktive Degeneration vom 20 bis 21 cm-Stadium an vor sich geht". Folgende Fragen werfen sich auf:

1. Warum wird die Innenzone aufgebaut, welche Funktion hat sie?

2. Welche Faktoren bewirken die Involution?

Beide Fragenkomplexe sind ungeklärt und können mit den

bisher verwandten morphologischen Methoden allein nicht beantwortet werden.

In Analogie zu den menschlichen Verhältnissen ist anzunehmen, daß die großleibigen, offenbar hochdifferenzierten Zellen der fetalen Rinde eine hormonale Funktion haben. Beim Menschen ist bekannt, daß die Innenzone im Rahmen der "feto-plazentaren Einheit" (DICZFALUSY 1969) C-19-Steroide, vor allem Dehydroepiandrosteron liefert; diese werden in der Plazenta zu Östrogenen aufgebaut. Daß auch beim Schweinefeten eine Steroidsynthese in der Nebennierenrinde abläuft, deutet die Aktivität der 3-β-ol Dehydrogenase an, die die frühen Syntheseschritte der Steroide katalysiert. Es ist jedoch bisher weder bekannt, ob und welche Steroide in der Innenzone der fetalen Schweinenebenniere gebildet werden, noch gar welche Funktion diese haben. Wir haben hier somit einen morphologischen Befund, zu dem noch keine biochemischen Daten vorliegen.

Während beim Menschen die fetale Rinde schlagartig mit der Geburt, d. h. mit der Auflösung der "feto-plazentaren Einheit" zugrunde geht und abgebaut wird, verschwindet die Innenzone der Schweinenebenniere über einen langen pränatalen Zeitraum. Dieser Prozeß ist praktisch zum Zeitpunkt der Geburt abgeschlossen. Es ist zu vermuten, daß hier grundsätzlich andere Zusammenhänge bestehen als beim

Menschen. Es könnte daher sein, daß im letzten Drittel der Gravidität aus noch unbekannten Gründen kein Ersatz der Innenzonenzellen mehr erfolgt. Dazu paßt, daß wir zu keinem Zeitpunkt Mitosen der Innenzonenzellen beobachtet haben, während ja die äußere Rinde kräftig proliferiert. Andererseits beobachtete KATZNELSON (1966) Hämorrhagien, die er als Folge des Untergangs der inneren Rindenzellen ansieht. Aufgrund seiner Beobachtungen stellt er den Vorgang der Involution der fetalen Rinde folgendermaßen dar: "Die Stränge der fetalen Rinde zerfallen in einzelne Zellen und kleine Zellgruppen. Es beginnt die Vakuolisierung der Zellen... Die Abgrenzung einiger Zellen erscheint undeutlich, ihr Cytoplasma wird einer Lysis unterworfen" (KATZNELSON 1966 l.c.S. 198). Wir haben jedenfalls bei den Schweinefeten keine Nekrosen oder Zelluntergänge nachweisen können. Ob ein Zusammenhang mit dem Abfall des Progesterons in der späten Schwangerschaft des Schweines besteht, ist nicht zu entscheiden. In der Schwangerschaft des Schweines ist bereits am 18. Tag der Progesteron-Spiegel im Ovarienvenenblut bis auf das Zehnfache der Norm des Zyklus zur gleichen Zeit angestiegen. Am 102. Tag ist der Progesteron-Spiegel auf die Hälfte abgefallen. Dieser Spiegel bleibt bis zum 112. Tag. Dann erfolgt ein weiterer Abfall bis zur Geburt (MASUDA et al. 1967).

c) Die postnatale Entwicklung der Schweinenebenniere

Wie wir gezeigt haben, erfolgt der Abbau der fetalen Innenzone in der Nebennierenrinde des Schweines langsam. Entsprechend können wir in der unmittelbaren Postnatalzeit auch keinen Gewichtsabfall beobachten. HILL (1930) weist darauf hin, daß durch die fehlende schlagartige Masseninvolution die Schweinenebenniere keinen postnatalen Formwandel durchmacht und daß entsprechend die Organoberfläche glatt bleibt und nicht gefaltet ist wie beim Menschen.

Die Oberflächengestaltung der Nebennieren, insbesondere beim Menschen, ist noch nicht vollständig geklärt. Überwiegend haben die Nebennieren der Säugetiere eine glatte, der Mensch und die Primaten eine durch Faltenbildung der Rinde bedingte angedeutet hirnwindungsartige Oberfläche. Zweifellos wird die Gesamtform durch umgebende Organe zum Teil mitgeprägt, wie zum Beispiel durch die Niere. Für die Ausprägung des Oberflächenreliefs der menschlichen Nebenniere muß wohl als Teilfaktor die schlagartig mit der Geburt einsetzende Involution der Innenzone angesehen werden. Nach abgeschlossener Abräumung der zugrunde gegangenen Zellmassen durch Phagozytose bleibt bis etwa zum 2. Lebensjahr ein Bindegewebssaum, die sogenannte Markkapsel, bestehen. Man kann sich vorstellen, daß die Orientierung des Organs zum Hilus, zentrale Marklage mit einer Kapsel als sich addierende Faktoren die Faltenbildung der Rinde bedingen. Da eine derartige schlagartige Involution der Schweinenebenniere nicht auftritt, sondern vielmehr ein langsamer Abbau, ist zu vermuten, daß die gleichmäßige Weiterentwicklung der definitiven Rinde die Glätte der Organoberfläche bestimmt (Diskussion des Problems bei BACHMANN 1954).

Die postnatale Entwicklung der Schweinenebenniere ist charakterisiert durch Gewichtszunahme und Differenzierung der einzelnen Rindenschichten. In den ersten Tagen nach

der Geburt verbreitert sich vor allem die Zona glomerulosa (HILL 1930). Zwischen Zona glomerulosa und fasciculata beobachteten wir eine schmale Übergangszone, die Zellen beider Rindenschichten enthält. NICANDER (1952) bezeichnet diese Zone als "intermediäre Zone". Die eigentliche Zona fasciculata enthält im wesentlichen nur eine, in Strängen angeordnete Zellart. Das ausgedehnte Kapillarnetz (KLEBER 1954) gibt der Fasciculata ihr charakteristisches Aussehen. Es ist schon zur Zeit der Geburt, wenn auch noch nicht so ausgeprägt, vorhanden. KATZNELSON (1966) macht für die Ausbildung der Zona glomerulosa und fasciculata das aktive Einwachsen von Bindegewebssepten aus der Kapsel in die definitive Rinde verantwortlich. Wir glauben jedoch, daß die Gitterfaseranordnung die Struktur bestimmt. Die Kollagenisierung erfolgt erst später und vervollständigt erst Monate nach der Geburt sekundär die Rindenstrukturierung.

Wie schon früheren Autoren (NICANDER 1952, MATHIAS 1968, BACHMANN 1941) sind auch uns helle und dunkle Zellen in der Zona fasciculata aufgefallen. Es ist diskutiert worden, ob es sich hier um unterschiedliche Funktionszustände oder regressive Veränderungen handelt. Nach neueren elektronenoptischen Untersuchungen bei der Ratte ist es wahrscheinlich, daß diese Unterschiede fixationsabhängige Artefakte sind (MÄUSLE 1971).

Die dritte Rindenschicht, die Zona reticularis, wird vor allem durch die netzartige Anordnung der Bindegewebszüge und des Gefäßsystems bestimmt. KATZNELSON (1966) will schon beim Feten von 21 cm Scheitelsteißlänge eine Zona reticularis gesehen haben. Unserer Beobachtung nach bestehen für das Vorhandensein einer Zona reticularis drei verschiedene Merkmale:

- eine Zellschicht aus im Verhältnis zur Zona fasciculata kleinen Zellen mit flachgedrückter Form, die mit der längeren Achse parallel zur Oberfläche und Rindenmarkgrenze angeordnet sind (KOHNO 1925) und im eosinroten Cytoplasma einen dunklen Kern aufweisen;
- eine netzartige Anordnung von Bindegewebszügen (MATHIAS 1968) und
- eine im Verhältnis zur Fasciculata kräftiger ausgeprägte Gitterfaserstruktur.

Selbst beim 11 Tage alten Schwein konnten wir noch keines dieser Merkmale feststellen. Auch KLEBER (1954) hat beim 8 Tage alten Schwein noch keine Reticularis gesehen. Bei von uns untersuchten 7 Monate alten Schweinen ist die Reticularis voll entwickelt.

Was die Nebennierenkapsel des Schweines betrifft, so haben wir ebenso wie BACHMANN (1941), KLEBER (1954),

KATZNELSON (1966), den Aufbau in zwei verschiedene Schichten beobachten können. Diese Unterteilung war beim 17,5 cm großen Schweinefeten schon vorhanden. BACHMANN (1941) hat sich besonders mit der zweiten Kapselschicht, die unmittelbar an die äußere Rindenschicht grenzt, beschäftigt. Er bezeichnet sie als "subkapsuläres Blastem" und glaubt, daß hieraus die Zellen der äußeren Rinde entstünden. GONSALO-SANZ (1964) kommt aufgrund von Experimenten an Meerschweinchen und weißen Mäusen zu dem Ergebnis, daß die Bindegewebskapsel der Nebenniere bei diesen Tieren die Fähigkeit zur Regeneration einer neuen Rinde besitzt, in der lediglich die Zona reticularis fehlt. SMOLLICH (1962) schreibt über Beobachtungen beim Sumpfbiber: "Zur Umwandlung in hochspezifische Rindenzellen sind allem Anschein nach die gewöhnlichen Kapselfibrozyten befähigt". KATZNELSON (1966) lehnt aufgrund der eigenen Beobachtungen eine Umwandlung von Kapselbindegewebszellen in epitheliale Zellen der Nebennierenrinde ab. Wir konnten an unserem Material keine Anzeichen einer Umwandlung von Kapselelementen in Rindenzellen beobachten.

Über die Nebennierengewichtsverhältnisse des Schweines nach der Geburt wird in der Literatur mehrmals berichtet (SCHUBERT 1921, SCHILDMEYER 1925, STUDER 1925, SCHWARZE 1941, BICHLMEIER 1950, LEYH 1960,

HAENSLY et al. 1968), während Gewichtsbestimmungen in der Vorgeburtsperiode bisher fehlten. Besonders detaillierte Angaben finden sich bei HAENSLY et al. (1968), wonach das absolute Nebennierengewicht des Schweines nach der Geburt mit dem Alter zunimmt und das relative Nebennierengewicht in Bezug auf das Körpergewicht abfällt.

Unsere Untersuchungen der Körper- und Nebennierengewichte von Schweinen vor und nach der Geburt bestätigen diese Befunde; das absolute Nebennierengewicht steigt in der Fetalzeit und in der frühen postnatalen Periode steil an. Nach der Geburt verringern sich die relativen Nebennierengewichte bezogen auf das Körpergewicht, Herz- und Nierengewicht (s. Abb. 1.1-3, Maße und Gewichte, S. 12-14).

ZUSAMMENFASSUNG

Die Nebennieren von Schweinen in verschiedenen Zeiträumen vor und nach der Geburt wurden histologisch und histochemisch untersucht.

Es hat sich gezeigt, daß die Schweinenebenniere über einen größeren Zeitraum des fetalen Lebens eine eigene fetale Rinde besitzt. Während beim Menschen nach der Geburt der innere Anteil der fetalen Rinde der Nebenniere mit Gewichtsverlust involviert, kommt es beim Schwein noch während der Fetalzeit im letzten Schwangerschaftsviertel zum langsamen Schwund der fetalen Rinde. Ein Gewichtsrückgang wird dabei nicht festgestellt. Kurz vor der Geburt hat sich die Nebennierenrinde des Schweines in eine Zona arcuata und Zona fasciculata unterteilt. Eine dritte Zone der Nebennierenrinde, die Zona reticularis, entwickelt sich erst in einem späteren Stadium.

Die Bedeutung der fetalen Innenzone der Nebennierenrinde ist unklar. Der histochemische Nachweis der 3-β-ol-Dehydrogenase in den Innenzonenzellen spricht für ihre Fähigkeit, Steroide zu synthetisieren. Die Faktoren, die den Abbau dieser Zellen bis zum Zeitpunkt der Geburt bewirken, sind unbekannt und allein mit morphologischen Methoden nicht abzuklären.

LITERATURVERZEICHNIS

BACHMANN, R.: Nebennierenstudien. Ergeb.Anat. 33, (1941): 31-134

BACHMANN, R.: Die Nebenniere. In v. MÖLLENDORF: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd. VI/5, Springer-Verlag Berlin (1954)

BÄNDER, A.: Über zwei chromaffine Zelltypen im Nebennierenmark und ihre Beziehung zum Vorkommen von Adrenalin und Arterenol. Arch. exp. Path. u. Pharmakol. 223, (1954): 140-147

BICHLMEIER, L.: Untersuchungen über die Maß- und Gewichtsverhältnisse innersekretorischer Drüsen bei verendeten Tieren unter Einbeziehung histologischer Untersuchung. Vet.med. Diss. München (1950)

DICZFALUSY, E.: Steroid metabolism in the human foeto-placental unit. Acta endocr. 61, (1969): 649-664

DHOM, G.: Die Nebennierenrinde im Kindesalter. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1965)

GONSALO-SANZ, L.: Studies on the regeneration and reparation of the adrenal cortex. Acta anat. 58, (1964): 72-89

HAENSLY, W.E. und GETTY, R.: Age changes in the weight of the adrenal glands of swine from birth to eight years. J. geront. 23, (1968): 53-57

HILL, W.C.O.: Observations on the growth of the suprarenal cortex. J. Anat. 64, (1930): 479-502

KATZNELSON, Z.S.: Zur Frühentwicklung der Nebenniere des Schweines. Z. mikroskop. anat. Forsch. 73, (1965): 187-199

KATZNELSON, Z.S.: Späthistogenese der Nebenniere des Schweines. Z. mikroskop. anat. Forsch. 74, (1966): 193-208

KLEBER, W.: Zur Anatomie der Nebennieren des Haus- und Wildschweines. Vet.med. Diss. Berlin (F.U.) 1954

KOHNO, S.: Zur vergleichenden Histologie und Embryologie der Nebenniere der Säuger und Menschen. Z. Anat. 77, (1925): 419-480

LEYH, E.: Lage, Form, Maße und Gewichtsverhältnisse der Nebenniere bei Schlachtschweinen. Vet.med. Diss. Berlin (1960)

MÄUSLE, E.: Geschlechtsunterschiede in der Ultrastruktur der Nebennierenrinde der Ratte. Z. Zellforsch. 116, (1971): 136-150

MASUDA, H., ANDERSON, L.L., HENRICKS, D.M. und MELAMPY, R.M.: Progesterone in ovarian venous plasma and corpora lutea of the pig. Endocrinology 80, (1967): 240-246

MATTHIAS, D.: Das histologische Verhalten der Nebenniere bei der Schweinepest (mit besonderer Berücksichtigung der normalen Histologie der Nebenniere des Schweines). Arch. exp. Vet.med. 8, (1954): 226-262

MATTHIAS, D.: Die Nebennieren. In Ernst JOEST: Handbuch der speziellen, pathologischen Anatomie der Haustiere. Bd. III, Paul Parey-Verlag, Berlin-Heidelberg (1968)

MOSER, H.G. and BENIRSCHKE, K.: Fetal zone of the adrenal gland in the nine-banded armadillo, Dasypus novemcinctus. Anat. Rec. 143, (1962): 47-59

NEHLS, J.: Morphologische Studien an Nebennieren von Pferden verschiedener Altersklassen. Z. mikroskop. anat. Forsch. 64, (1958): 498-547

NICANDER, L.: Histological and histochemical studies on the adrenal cortex of domestic and laboratory animals. Acta anat. 14, (1952): 1-88, Suppl. 16.

OTT, W.: Pluriglandulärer "Rebound-Effekt" bei neugeborenen Ratten nach Glukokortikoidgaben in der Schwangerschaft. Inauguraldissertation Homburg/Saar (1971)

ROTTER, W.: Die Entwicklung der fetalen und kindlichen Nebennierenrinde. Virchows Arch. path. Anat. 316, (1949): 590-618

SCHILDMEYER, H.: Untersuchungen über die Gewichtsverhältnisse innersekretorischer Drüsen bei Schlachttieren. Dtsch. tierärztl. Wschr. 39 (1925): 651-654

SCHUBERT, K.: Vergleichende Anatomie der Nebennieren bei Haustieren. Vet. med. Diss. Berlin (1921)

SCHWARZE, E.: Von den Nebennieren. Dtsch. tierärztl. Wschr. 49/50 (1941): 601-609

SEELIGER, H., OTT, W., WEIGAND, R., UEBERBERG, H. und v. SEEBACH, H.B.: Die postnatale Nebennieren-Entwicklung der Ratten nach Corticoid- und Oestrogenbehandlung der Mutter. Symp. Dtsch. Ges. Endokrin. 16 (1970): 252-253

SEELIGER, H.: Über die Wirkung von Oestrogen- und Glucocorticoidgaben auf die Nebennierenrindenentwicklung des Feten (Untersuchungen an neugeborenen Ratten). Habilitationsschrift Homburg/Saar (1971)

SMOLLICH, A.: Zur makroskopischen und mikroskopischen Anatomie der Nebenniere des Sumpfbibers (Myocastor coypus ((Molina))). Vet.med. Habil.-Schrift Berlin (1963)

STUDER, E.: Zur Kenntnis endokriner Organe bei Haustieren. Vet.med.Diss. Zürich (1925)

WHITEHEAD, R.H.: The histogenesis of the adrenal in the pig. Amer.J.Anat. 2 (1903): 349-360

WIESEL, J.: Über die Entwicklung der Nebenniere des Schweines, besonders der Marksubstanz. Anat.Hefte 16 (1901): 115-150

Für die freundliche Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. med. H. Seeliger.

Frau Kubatsch möchte ich für die Anfertigung der histologischen Schnitte und die Hilfe bei den Präparationen danken.

Lebenslauf

Am 28.2.1943 wurde ich, Harald Jost, als Sohn des Diplom-ingenieurs Dr. Heinz Jost und seiner Ehefrau Annemarie, geborene Haug, in Karlsruhe/Baden geboren. Im Jahr 1947 siedelten meine Eltern nach Mettlach/Saar über, wo ich von Herbst 1949 bis Sommer 1953 die Volksschule besuchte. Anschließend trat ich im Herbst 1953 in das Staatliche Realgymnasium in Merzig ein und legte Ostern 1962 die Reifeprüfung ab. Nach zweijähriger Bundeswehrzeit begann ich im Mai 1964 an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken das Studium der Medizin, legte im April 1967 die ärztliche Vorprüfung ab und bestand im Juli 1970 das medizinische Staatsexamen. Nach einjähriger Medizinalassistentenzeit bin ich seit September 1971 als Assistenzarzt an der Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik in Homburg/Saar beschäftigt.